

Session ARCHIMEDIA d'octobre 2000

Théories et pratiques de restitution et de conservation du Son

"Du bon usage et des limites des techniques digitales pour la restauration des bandes sonores de films"

Dans son exposé de Jeudi après-midi, Mark-Paul Meyer du Nederland Filmmuseum a regretté que le son ait été pendant longtemps sous estimé. J'ajouterai qu'il a été et reste encore mal connu. Mark-Paul a aussi exprimé le besoin des archivistes de connaître et comprendre les caractéristiques des sons.

Je vais essayer très modestement aujourd'hui d'apporter quelques éléments de réponses.

Le bon usage des techniques numériques utilisées pour la restauration des bandes sonores de films commence par une bonne compréhension des processus d'enregistrement, de recopie, de mixage et de restitution en salle. Ces processus ont évolué dans le temps et continuent à changer. Il s'agit donc non seulement de comprendre le passé mais aussi de prévoir le futur, tant en ce qui concerne les conséquences de ces évolutions sur la conservation des films produits aujourd'hui que pour envisager les nouvelles possibilités de restauration des films.

1- Rappel : le son participe, comme l'image, au spectacle cinématographique

Dès l'antiquité on a offert aux foules rassemblées des représentations qui étaient des spectacles à regarder et à entendre. Cela se faisait dans un lieu, ouvert ou clos, réservé à cet effet. Le plus souvent les moments forts étaient soulignés par de la musique ou des chœurs.

Dans les **premières années** du cinématographe les exclamations du public ont été les premières sonorisations "synchrones" des spectacles cinématographiques.

L'effet de nouveauté passé, le silence, lors des projections, devint gênant et on vit se généraliser l'accompagnement musical.

Le cinéma parlant fut mis au point beaucoup plus tard, après que les problèmes d'amplification et de synchronisme permanent aient été résolus.

Dès le début on a dû modifier les lieux et les pratiques de tournage. Puis, comme cela fut le cas pour l'image, on a transformé la technique en mode d'écriture filmique.

Cette notion d'écriture filmique ou de langage cinématographique est une, sinon la, composante essentielle de l'art cinématographique. Comment, au cours de l'évolution du cinéma, ont été organisés les images et les sons pour raconter une histoire et pas seulement la musique mais aussi les dialogues, les effets, les bruitages.

Au début, l'outil, c'est-à-dire la caméra et ce qu'elle donnait à voir en salle suffisait. Pour exemple je citerai ce film Pathé projeté en prélude à une projection lors d'une édition du Festival de Bologne "Il Cinema Ritrovato", qui montrait ce qui allait devenir la Place Rouge pendant l'été 1917 : l'opérateur n'avait pas cherché à montrer plus que ce qui défilait devant son appareil car la magie de celui-ci se suffisait à elle-même. Puis on a évolué vers une narration linéaire puis elliptique.

L'histoire de la bande sonore, à travers celle des pionniers et de leurs inventions, démontre la recherche d'un **objectif** commun : produire un vrai son de qualité, synchrone avec l'image, enregistré dans de bonnes conditions et restitué avec une bonne amplification en salle, en respectant ses caractéristiques de départ.

Aujourd'hui, le synchronisme est facile à contrôler.

La qualité, beaucoup moins !

D'une image positive on peut dire, rien qu'en la regardant à la loupe et sans être un spécialiste, si elle a une dominante ou si elle est trop chaude ou trop froide.

Mais, comme l'a remarqué Mark-Paul Meyer, combien de personnes sauraient qualifier un son, dire s'il est **distordu**, s'il manque de dynamique, s'il a du souffle, etc ...

Et lorsqu'on écoute un son se pose la question de savoir s'il a été bien enregistré et, surtout, si les conditions dans lesquelles on l'écoute sont correctes. Cela dépend de l'acoustique, du réglage du système d'écoute, d'une bonne amplification.

Mais cela dépend aussi de la capacité des personnes à bien percevoir les sons. On peut parfaitement entendre un son et ne pas savoir en définir la qualité ou les caractéristiques.

Donc, non seulement le son est plus difficile à décrire que l'image pour un non technicien, mais il requiert une certaine pratique pour être analysé.

Pour l'image on dispose de moyens de contrôle par les courbes caractéristiques des pellicules et en vérifiant sensitométrie et densitométrie au cours des processus de traitement au laboratoire.

Pour le son on dispose de moyens permettant de vérifier le parfait réglage des appareils :

- d'enregistrement
- de lecture
- de recopie

Si on veut s'assurer que le signal sonore reste correct, malgré les nombreuses étapes successives de la chaîne de fabrication de la bande sonore d'un film, il est impératif d'observer ces vérifications de réglage avant tout nouveau travail et de façon régulière. Certains de ces réglages sont effectués à partir de bandes étalonnées qu'il est indispensable de posséder.

Toute défaillance dans le réglage des enregistrements et lectures provoque une rupture dans la qualité du signal sonore qui va non seulement se répercuter tout au long de la chaîne de fabrication de la bande sonore mais également s'amplifier avec les opérations suivantes où on va chercher à les corriger et par ce fait même, on va altérer de façon significative, et le plus souvent irréversible, le signal sonore.

2- Analyser les sons à restaurer pour obtenir le meilleur résultat

Après quelques années de pratique de la restauration numérique de bandes sonores de films nous avons mis en évidence l'importance du travail de recherche qui doit être effectué en amont pour décider du meilleur élément disponible. Les systèmes numériques de restauration ne font pas des miracles et surtout il ne permettent pas de produire un son de qualité à partir d'un son de mauvaise qualité, c'est-à-dire distordu.

Le négatif original pourra dans la plupart des cas fournir un son exploitable pour la restauration. Sauf lorsque les champignons ou la décomposition ne permettent plus de voir la trace sonore. Il faudra peut-être effectuer quelques travaux de réparation sur le négatif original afin qu'il puisse passer dans les machines de tirages équipées de débiteurs spécialement usinés notamment pour tenir compte du retrait dimensionnel provenant de la modification mécanique et chimique de la pellicule. Le tirage de ce négatif va devoir être fait par la méthode des essais comparatifs. Ceci est un principe de base : le son optique est le résultat d'une compensation entre le négatif et le positif de la diffusion produite par l'éclairement de la fente qui impressionne la piste optique sur la pellicule. Le son qui figure sur un négatif est un son déformé donc distordu. Cette distorsion sera supprimée lors du tirage du positif, à condition de déterminer la bonne exposition qui produira la compensation nécessaire.

Le seul moyen de déterminer la bonne densité positive qui va donner le meilleur résultat consiste à faire une série de tests de tirage à différentes expositions, en commençant par une faible intensité lumineuse et en l'augmentant par fraction d'ampères. Nous tirons ainsi 5 à 8 échantillons de son (de préférence sur du dialogue), puis nous écoutons ces tests en projection en faisant particulièrement attention à la distorsion en haute fréquence et aux sibilantes, au ratio signal sur bruit et au niveau de sortie. Nous pouvons ainsi choisir la bonne exposition pour le tirage positif complet du film qui donnera le meilleur résultat avant la restauration proprement dite. Cette procédure est efficace aussi bien pour les pistes sonores en densité fixe qu'en densité variable. Bien entendu toutes les méthodes de tirage humide pourront être employées afin de réduire au maximum l'effet des rayures et accidents de surface du négatif.

Lorsqu'une ou plusieurs copies positives existent, il faut essayer de juger de la qualité intrinsèque du son à travers les bruits divers et les crachements provoqués par l'usure du temps. Un son qui est inaudible et complètement distordu ne pourra pas servir d'outil de travail. Si c'est le cas, nous devons rechercher une autre copie parmi celles des archives des autres pays.

Il faut se méfier des « marrons » qui sont des copies de sécurité composites réalisées souvent à partir d'une copie positive. Ces éléments ont été tirés à des lumières convenant pour l'image mais pas forcément à la piste sonore. La qualité de celle-ci peut être alors très mauvaise et la rendre tout à fait impropre à une quelconque restauration.

Qu'il s'agisse d'un élément négatif ou positif la recherche se fait avant tout par rapport à la présence ou non d'une distorsion et, bien sûr, en fonction de la correspondance du son avec l'image. Ensuite on analyse la parole. Se pose alors souvent le problème des conditions d'enregistrement.

Pour illustrer ce point, un exemple, "Zéro de conduite". Réalisé aux tous débuts du parlant en France, l'analyse de la bande sonore permet de penser que Jean Vigo a dû se trouver face à une nouvelle technique qu'il ne maîtrisait pas complètement. Beaucoup de voix ont été post-synchronisées sans respecter le synchronisme des lèvres et surtout sans rechercher à différencier les premiers plans des arrières plans. Mais, quant à d'autres moments on entend des cris d'enfants saturés, on peut se demander s'il ne s'agit pas là de

tentatives de recherches d'effets sonores. Dans le même contexte, "Vampyr" de Dreyer illustre la difficulté à distinguer défaut de maîtrise technique du signifiant artistique.

Les défauts qu'on peut rencontrer sont de natures très différentes et parfois se cumulent.

Au delà de l'analyse des défauts, la connaissance de l'évolution des conditions d'enregistrement et de constitution des bandes sonores de film est indispensable pour réaliser un travail de restauration qui respecte les caractéristiques initiales des films.

3- Evolution des modes de constitution des bandes sonores de film

Les techniques de constitution des bandes sonores de film ont considérablement évoluées au cours des 25 dernières années alors que, depuis la Nouvelle Vague, et aussi pour des raisons de rapidité de tournage, les conditions de la prise de son directe se sont dégradées.

Avec la Nouvelle Vague l'exigence de souplesse, de mobilité et d'improvisation et l'abandon du tournage en studio transforment le son direct en son témoin à post-synchroniser. Mais très vite certains réalisateurs se sont rendu compte du caractère parfois artificiel des réenregistrements en studio et ont décidé, malgré la faible qualité des enregistrements sur le tournage, de les garder pour le mixage.

Pour mémoire, rappelons que la post-synchronisation est l'opération qui consiste à réenregistrer en studio une partie des dialogues, soit pour harmoniser, après montage, la bande sonore avec les ambiances et autres bruits sous la parole, soit pour améliorer la qualité technique ou artistique des enregistrements. Pour respecter le synchronisme, les dialogues sont reproduits à la main sur des petits bobineaux (20 secondes environ) de bande amorce blanche qui défile sous l'image, l'acteur lisant son texte au fur et à mesure qu'il défile sur une bande verticale. Ce système est appelé système rythmographique. Il est remplacé depuis quelques années par un autre système ADR (automatic dialogue replacement) qui remplace les bobineaux et est géré par ordinateur et permet d'accéder directement aux séquences à réenregistrer.

Aujourd'hui, de nombreuses années après la nouvelle vague, on continue à procéder de la même façon. Le retour du tournage en studio n'a pas modifié cet état de fait.

Aux mixages on réécoute la parole directe et on la compare avec les dialogues post synchronisés. Il arrive que l'on préfère garder le direct et qu'on soit obligé de "salir" les autres sons qui sont autour (ambiances, effets) pour raccorder. Cela rend encore plus difficile le travail de celui qui est chargé de restaurer la bande sonore du film. Il n'est pas toujours possible de distinguer entre dégradation apportée par le temps et dégradation volontaire lors des mixages.

Lorsqu'on restaure une bande sonore de film on peut constater des défauts de synchronisme avec le mouvement des lèvres (lip sync). Si ces défauts sont relevés sur une copie d'exploitation ou sur un contretypage on peut se demander s'il ne manque pas des images. Alors que cela peut provenir tout simplement d'une post-synchronisation où on a préféré privilégier le jeu de l'acteur au parfait synchronisme.

Avec les nouvelles technologies : consoles de **mixage** automatisées, magnétophones numériques multipistes, stéréo, etc., les bandes sonores de films sont devenues de plus en plus complexes. Dans les années 70 un mixage s'effectuait en 5 jours, soit une journée pour deux bobines de 300 mètres, plus 2 jours pour les VI et 1 jour pour préparer le report optique.

L'ingénieur du son chargé des mixages était le plus souvent celui qui avait fait les enregistrements directs (comme ce fut le cas pour un ingénieur réputé, J. Maumont). Le mixage se faisait à la volée, c'est-à-dire sans effectuer de retour en arrière. Par un système d'ampoules lumineuses de différentes couleurs, appelées chenilles, l'ingénieur voyait arriver les groupes de sons et ouvrait les potentiomètres correspondants. Sur une bobine de 300 mètres on pouvait faire trois ou quatre reprises de mixage avec retour en arrière, écoute et rectification.

Depuis les années 80 on procède comme on le faisait depuis longtemps pour la musique : on règle toutes les voies pour 20 secondes de film, on met ces réglages en mémoire, on écoute le résultat, on corrige, on met les corrections en mémoire, on écoute à nouveau, et ainsi de suite. Pour le réalisateur cela signifie qu'il ne pourra pas entendre le résultat d'une bobine mixée avant plusieurs jours.

Non seulement la bande son est devenue plus complexe avec des dialogues qui sont moins mis en avant mais en plus on travaille sur plus de hauts parleurs (spatialisation du son remplaçant la stéréophonie). Le travail de restauration va impliquer de nouvelles procédures : il faudra vraisemblablement, dans certains cas, isoler les sons des différents canaux (gauche, centre, droite, arrières) pour les travailler séparément puis refaire une nouvelle matrice conforme aux normes des **systèmes** d'écoute modernes. Ce fut le cas pour le travail de remasterisation pour le film "Midnight Cowboy" par société Chace Productions à LA en 1994 : à partir d'un système mono (dialogue, musiques et effets) et d'un enregistrement stéréo de la chanson de Fred Neil "Everybody's Talkin'", les mixeurs de Chace ont décomposés chacune de ces pistes en canaux gauche, centre, droite et surround qui ont ensuite été re-matricés en bipiste encodé Dolby.

C'est à partir du début des années 1990 que les supports permettant de faire les reports sont devenus numériques. Les mixages sont faits à partir des enregistrements multipistes numériques sous forme de 4 canaux Dolby qui sont ensuite transformés en bipiste encodé pour le report optique. Ces bipistes encodés remplaçaient les mixages tripistes faits sur magnétique 35 mm pour les films mono. Aujourd'hui tous les films sont mixés en stéréo sur procédé stéréo Dolby analogique ou sur un des nouveaux **procédés numériques (SRD, SDDS, DTS)**.

Et les matrices des mixages sont maintenant réalisées sur disques magnéto-optiques. Ce qui fait craindre le pire pour le futur : obsolescence des équipements de lecture, durée de vie des données enregistrées sur de tels supports. A Hollywood (Universal, Warner notamment) les responsables de post-production font systématiquement faire deux copies sur magnétique 35 mm conservées dans des lieux géographiques distincts. On ne peut que constater le coût très marginal d'une copie magnétique 35 mm par rapport au coût total d'un film !

Il est des évidences qu'il est bon de rappeler : le son est fait pour être entendu ...dans de bonnes conditions ! Le fait que les salles d'exploitation cinématographiques soient pratiquement toutes équipées en stéréo Dolby, et qu'il n'existe presque plus de salles réservées aux projections professionnelles équipées d'un système mono et d'un système stéréo séparés doit amener les archives à étudier le problème des reports optiques pour les restaurations à venir. Faire un report optique mono respecte les caractéristiques initiales des films mais ne permet pas de les montrer dans de bonnes conditions dans les salles d'exploitation, comme c'est le cas lors de festivals. Il existe bien une position mono sur les cartes Stéréo Dolby mais les résultats ne sont pas fiables.

Autre problème, commun à tous ceux qui ont la charge de diffuser des films dans des salles de cinéma : s'assurer du bon réglage du système de restitution du son. Dans certains pays on trouve des organismes comme la CST ou la BKSTS qui peuvent se charger de ces vérifications. Peut-on envisager de généraliser ces pratiques ?

En conclusion, je voudrais essayer de dresser un inventaire¹ des possibilités offertes par les différents systèmes existant pour la restauration numérique des bandes sonores de films.

Les trois systèmes les plus utilisés sont :

- CEDAR
- SONIC SOLUTION
- PROTOOLS

Tous nécessitent de transférer le son optique sur DAT. Les principaux défauts sont répertoriés en clics, craquements, bruit de fond et souffle. Certains de ces défauts sont traités automatiquement d'autres manuellement. Après écoute du son on règle les différents paramètres et on programme le traitement.

Cedar est un logiciel de declipping, denoising et decrackling qui existe soit en rack audio soit en plug-in informatique. Le programme informatique est préférable aux racks audio. Au niveau de la qualité, Cedar est proche des résultats de Sonic Solution, mais il ne comporte de logiciel de montage.

Sonic Solution offre une possibilité de montage en synchronisation avec un autre appareil time codé.

La forme d'onde du système est une des plus précises ce qui permet de visualiser facilement des craquements ou autres sons indésirables et de les traiter précisément.

ProTools présente les mêmes possibilités de montage que Sonic Solution. Les manipulations sont plus simples.

Il ne comprends pas à proprement parler de logiciel de restauration. On peut y adjoindre des plug-ins de traitement sonore qui sont uniquement adaptés aux sons légèrement souffleteux. La forme d'onde n'est pas assez précise.

L'idéal serait de pouvoir associer ProTools pour ses capacités simples de mixage et de montage automatisés avec Sonic Solution.

Mais tous ces systèmes ne permettent pas d'obtenir des résultats vraiment satisfaisants sur le bruit de fond et le souffle. D'autres voies de recherches consistant à considérer et traiter le son comme une image sont à l'étude. Certaines solutions pour scanner les pistes optiques semblent exister.

¹ NB : Cette présentation a été faite en octobre 2000. Depuis cette date, certains systèmes, tel ProTools, ont amélioré leur possibilités.